

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 35 502.9

**Anmeldetag:** 2. August 2002

**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

**Bezeichnung:** Vorrichtung und Verfahren zur sicheren Schalterstellungserkennung eines Drehschalters

**IPC:** H 02 J, G 01 B, H 01 H

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 5. Mai 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Zitzenzier", is written over a stylized, horizontal flourish.

Zitzenzier

**Beschreibung**

Vorrichtung und Verfahren zur sicheren Schalterstellungserkennung eines Drehschalters

5

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zur sicheren Schalterstellungserkennung eines Drehschalters.

10 In der Elektrotechnik werden manuell betätigbare Drehschalter für die unterschiedlichsten Aufgaben, z.B. für das Einlesen von Parametern für elektronische Steuerungen, eingesetzt. Die Drehschalter sind mit einem Kontakt-/Sensorsystem und mit einer Rastmechanik versehen. Die Rastmechanik bestimmt die Anzahl der möglichen Schalterstellung und den Winkel zwischen Links- und Rechtsanschlag, sofern von einem Anschlag Gebrauch gemacht werden soll. Über eine an den Schalter angeschlossene Weiterverarbeitungselektronik wird das Kontakt-/Sensorsystem ausgewertet bzw. die Schalterstellung ermittelt. Bei einem  
15 Elektroherd bestimmt beispielsweise die Schalterstellung die Heizleistung der jeweiligen zugeordneten Kochplatte.

20

Zum Anwählen oder Umschalten von sicherheitsrelevanten Funktionen werden nach heutigem Stand der Technik üblicherweise  
25 Drehschalter mit redundant ausgeführten, galvanisch getrennten Kontakten verwendet. Die Kontakte werden dabei jeweils separat an eine redundante Steuerung angeschlossen, welche die Schalterstellung entsprechend der vom Drehschalter erzeugten Ausgangskodierung, in Gray-/Hexkodierung oder auch  
30 direkt uncodiert einliest, auswertet und weiterverarbeitet. Über einen Vergleich der beiden eingelesenen Schalterstellungswerte werden Einlesefehler, Verdrahtungsdefekte und Schalterfehler erkannt.  
35 Solche aus dem Stand der Technik bekannten Drehschalter mit redundant ausgeführten Kontakten weisen mehrere Nachteile auf. Sie sind kostenintensiv, haben ein größeres Bauvolumen,

erfordern einen erheblichen Verkabelungsaufwand und benötigen je nach Anzahl der Schalterstellungen eine entsprechende, gegebenenfalls hohe Anzahl von redundanten Ausgängen, denen eine entsprechende Anzahl von redundanten Eingängen der Steuerung gegenüber steht.

In einer früheren Patentanmeldung der Anmelderin ist bereits ein manuell betätigbarer, kontaktloser Drehschalter mit variabler Rastung vorgeschlagen worden. Ein solcher liefert zur Winkelstellungsbestimmung über eine Sensorik zwei analoge, um 10 90° phasenverschobene, sinusförmige Schalterstellungsistwertsignale mit konstanter Amplitude.

Der Erfahrung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur sicheren, einfachen, kostengünstigen und mit geringem Verkabelungsaufwand verbundenen Schalterstellungserkennung eines Drehschalters zu schaffen, der als Ausgangssignale zwei sinusförmige, analoge, schalterstellungswinkelabbildenden Schalterstellungsistwertsignale mit jeweils vorgegebenen Amplitudenverlauf aufweist.

Gemäß der Erfahrung wird diese Aufgabe für eine Vorrichtung dadurch gelöst, dass zwei analoge, schalterstellungswinkelabbildende Schalterstellungsistwertsignale mit jeweils vorgegebenem Amplitudenverlauf von mindestens einergeberinternen Sensorik des Drehschalters erzeugbar sind und jeweils an eine von zwei redundant aufgebauten Messwerterfassungseinrichtungen führbar und dort jeweils digitalisierbar sind, dass die von der ersten Messwerterfassungseinrichtung solchermaßen digitalisierten Schalterstellungsistwertsignale an eine erste Recheneinheit weiterleitbar sind, dass die von der zweiten Messwerterfassungseinrichtung solchermaßen digitalisierten Schalterstellungsistwertsignale an eine zweite, zur ersten Recheneinheit redundant aufgebaute Recheneinheit weiterleitbar sind, dass durch jede Recheneinheit jeweils ein Datum für die aktuelle Schalterstellung bestimmbar ist und dass bei un-

zulässiger Abweichung das Datum für eine weitere Verarbeitung sperrbar ist.

Für ein Verfahren zur sicheren Schalterstellungserkennung eines Drehschalters wird die obengenannte Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass aus zwei analogen, schalterstellungswinkelabbildenden Schalterstellungsistwertsignale mit jeweils vorgegebenem Amplitudenverlauf jeweils mittels zweier redundant aufgebauter Recheneinheiten diskrete Schalterstellungen des Drehschalters bestimmt und von jeder Recheneinheit separat auf Plausibilität überprüft werden, dass mittels eines Vergleiches der von der ersten und zweiten Recheneinheit bestimmten Schalterstellungen, fehlerhafte Schalterstellungen erkannt werden.

15

Derartige analoge Schalterstellungsistwertsignale können in besonders einfacher weise sinusförmig realisiert werden, prinzipiell ist aber auch eine Verwendung dreieckförmiger Signale denkbar.

20

Eine vorteilhafte Ausführung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Schalterstellungsistwertsignale um  $90^\circ$  gegeneinander phasenverschoben sind. Somit können mit Hilfe einfacher trigometrischer Beziehungen aus den beiden Schalterstellungsistwertsignalen die Schalterstellungspositionen bzw. die Schalterstellungswinkel berechnet werden.

Eine erste vorteilhafte Ausbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass die Plausibilitätsüberprüfung, falls die beiden digitalisierten Schalterstellungsistwertsignale zur ersten Recheneinheit bzw. die beiden digitalisierten Schalterstellungsistwertsignale zur zweiten Recheneinheit in Form von jeweils um  $90^\circ$  gegeneinander phasenverschobenen sinusförmigen Signalen gegeben sind und jeweils die Amplituden der beiden Signale zur ersten Recheneinheit und zur zweiten Recheneinheit konstant sind, in der Art erfolgt, dass auf Plausibilität der Signale erkannt wird,

wenn die Summe der jeweiligen Quadrate der digitalisierten Schalterstellungsistwertsignale zur ersten Recheneinheit bzw. wenn die Summe der jeweiligen Quadrate der digitalisierten Schalterstellungsistwertsignale zur zweiten Recheneinheit in 5 einem definierten Bereich liegt. Die Erfinder haben hier erkannt, dass mit Hilfe einer solchen einfach durchzuführenden Plausibilitätsprüfung z.B. ein Leitungsbruch eines Schalter-istwertsignals leicht erkannt werden kann.

10 Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass im Falle einer ungenügenden Plausibilität die digitalisierten Schalterstellungsistwertsignale zur ersten Recheneinheit bzw. die digitalisierten Schalterstellungsistwertsignale zur zweiten Rechen-15 einheit als fehlerhaft erkannt werden bzw. die daraus ermit-telte Schalterstellungen als fehlerhaft erkannt werden und je nach Fehlerschwere zugeordnete Maßnahmen ergriffen werden. Die Erfinder haben in diesem Zusammenhang erkannt, dass bei Fehlern der Plausibilität des jeweiligen digitalisierten 20 Schalterstellungssignal schon im Vorfeld die ermittelte Schalterstellung als fehlerhaft erkannt werden kann und je nach Fehlerschwere zugeordnete Maßnahme ergriffen werden müs-sen. Eine solche Maßnahme kann z.B. darin bestehen, die zuge-ordnete Recheneinheit abzuschalten.

25 Eine weitere vorteilhafte Ausbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist, wobei die beiden Schalterstellungsistwertsig-nale sinusförmig sind, dadurch gekennzeichnet, dass Schalter-30 stellungen in Form von Schalterstellungswinkeln  $\alpha$  durch die Beziehung

$$\alpha = \arctan [X_1/Y_1],$$

wobei  $X_1$  dem ersten digitalisierten Schalterstellungsistwert-35 signal zur ersten Recheneinheit und  $Y_1$  dem zweiten digitali-siertes Schalterstellungsistwertsignal zur ersten Rechenein-heit entspricht,

in der ersten Recheneinheit bzw.

$$\alpha = \arctan [X_2/Y_2],$$

5 wobei  $X_2$  dem ersten digitalisierten Schalterstellungsistwert-  
signal zur zweiten Recheneinheit und  $Y_2$  dem zweiten digitali-  
sierten Schalterstellungsistwertsignal zur zweiten Rechenein-  
heit entspricht,

10 in der zweiten Recheneinheit getrennt berechnet werden, wobei  
jeweils bei jeder Recheneinheit, das jeweilige erste digita-  
lisierte Schalterstellungsistwertsignal dem jeweiligen zwei-  
ten digitalisierten Schalterstellungsistwertsignal um  $90^\circ$  in  
der Phase nacheilt und jeweils die Amplituden der digitali-  
15 sierten Schalterstellungsistwertsignale konstant sind. Hier  
haben die Erfinder vorteilhaft erkannt, dass sich mittels ei-  
ner einfachen trigometrischen Grundfunktion aus den beiden  
Schalterstellungsistwertsignalen in jeder Recheneinheit je-  
weils ein Schalterstellungswinkel  $\alpha$  berechnen lässt.

20

Eine weitere vorteilhafte Ausführung der Erfindung ist da-  
durch gekennzeichnet, dass aus den Schalterstellungswinkel  $\alpha$   
mittels einer Überprüfung in welchen entsprechend den Rastpo-  
sition des Drehschalters definierten Winkelbereichen, die  
25 Schalterstellungswinkel  $\alpha$  liegen, zu den Rastpositionen kor-  
respondierende diskrete Schaltungswinkel  $\alpha_D$  bestimmt werden.  
Mit Hilfe einer solchen diskreten Schalterstellungswinkelbe-  
stimmung ist es möglich, aus nur zwei analogen Schalterist-  
wertsignalen, auf einfache Art und Weise, entsprechend den  
30 Rastposition des Drehschalters, diskrete Schalterstellungs-  
winkel  $\alpha_D$  zu bestimmen.

Ferner erweist es sich für das erfindungsgemäße Verfahren als  
vorteilhaft, wenn die berechneten Schalterstellungswinkel  $\alpha$   
35 bzw. die diskreten Schalterstellungswinkel  $\alpha_D$  zwischen den  
beiden Recheneinheiten ausgetauscht und kreuzweise miteinan-  
der verglichen werden. Auf diese Art und Weise ist sicherge-

stellt, dass jede Recheneinheit separat solchermaßen fehlerhaft erkannte Schalterstellungswinkel  $\alpha$  bzw. solchermaßen fehlerhaft erkannte diskrete Schalterstellungswinkel  $\alpha_D$  erkennen kann.

5

Ferner erweist es sich für das erfindungsgemäße Verfahren von Vorteil, falls der Vergleich nur eine unzureichende Übereinstimmung der berechneten Schalterstellungswinkel  $\alpha$  bzw. diskrete Schalterstellungswinkeln  $\alpha_D$  ergibt, die ermittelten

10 Schalterstellungen als fehlerhaft erkannt werden und je nach Fehlerschwere zugeordnete Maßnahme ergriffen werden um z.B. Auswirkungen auf einen nachfolgenden Prozess zu minimieren.

Die Maßnahmen können z.B. gegebenenfalls nur in einer Warnung oder aber z.B. bei größeren Abweichungen auch in einer Abschaltung des gesamten nachliegenden Prozesses bestehen.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung und das Verfahren eignet sich besonders zur Verwendung in industriellen Steuerungen,

da dort eine sichere Schalterstellungserkennung eines Drehschalters, der lediglich die zwei oben beschriebenen analogen Ausgänge aufweist, besonders von Vorteil ist. Bei z.B. einer Verwendung des Drehschalters zum Einbau in Maschinensteuertafeln bei Werkzeug- oder Produktionsmaschinen als sogenannter

20 Override-Drehschalter, um die Spindel- oder Drehgeschwindigkeit bedarfsweise zu beeinflussen. Wenn dabei eine Begrenzung erfolgt, kann mit der Erfindung eine hohe Sicherheit der Schalterstellungserkennung des Drehschalters gewährleistet werden.

25

30 Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher erläutert.

Dabei zeigt die Figur in Form eines Blockschaltbildes die erfindungsgemäße Vorrichtung. Ein Drehschalter 1 erzeugt mit

35 Hilfe einer geberinternen magnetischen, optischen oder kapazitiven Sensorik, die der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt ist, zwei sinusförmige analoge schalterstellungswin-

kelabbildende, um  $90^\circ$  gegeneinander phasenverschobene Schalterstellungsistwertsignale 2a und 2b mit konstanter identischer Amplitude. Das Schalterstellungsistwertsignal 2a ist dabei in der Form konstante Amplitude \* sinus  $[\alpha]$  gegeben.

5 Das Schalterstellungssignal 2b ist in der Form konstante Amplitude \* cosinus  $[\alpha]$  gegeben. Mit  $\alpha$  ist dabei der Schalterstellungswinkel bezeichnet. Die beiden Schalterstellungsistwertsignale 2a und 2b werden über zwei Klemmen 8a und 8b jeweils getrennt redundant aufgebauten Messwerterfassungseinrichtungen 3a und 3b zugeführt. In diesen werden die Signalpegel der Schalterstellungsistwertsignale 2a und 2b jeweils mit Hilfe einer Elektronik an den Eingangssignalbereich eines messwerterfassungseinrichtungsinternen Analog-Digital-Wandlers angepasst. Anschließend erfolgt in den jeweiligen  
10 Messwerterfassungseinrichtungen 3a und 3b eine Analog-Digital-Wandlung der jeweiligen Schalterstellungsistwertsignale 2a und 2b, so dass für die weitere Verarbeitung digitalisierte Schalteristwertsignale 5a, 5b, 5c und 5d zur Verfügung stehen. Die digitalisierten Schalteristwertsignale 5a  
15 und 5b werden zur einer Recheneinheit 4a weitergeleitet. Die digitalisierten Schalteristwertsignale 5c und 5d werden zu einer Recheneinheit 4b, welche redundant zur Recheneinheit 4a aufgebaut ist, weitergeleitet. Die Recheneinheiten 4a und 4b sind zum Austausch von Daten miteinander verbunden.  
20

25 Das Verfahren zur sicheren Schalterstellungserkennung eines Drehschalters 1 wird in den Recheneinheiten 4a und 4b jeweils getrennt durchgeführt. Zunächst werden die digitalisierten Schalterstellungsistwertsignale 5a und 5b von der Recheneinheit 4a auf Plausibilität überprüft. Hierzu wird das digitalisierte Schalteristwertsignal 5a quadriert, das digitalisierte Schalteristwertsignal 5b quadriert und anschließend die Summe der beiden quadrierten Signale berechnet. Die digitalisierten Schalteristwertsignale 5a und 5b gelten als plausibel, wenn die Summe in einen definierten Bereich liegt.  
30 Werden die digitalisierten Schalterstellungsistwertsignale 5a und 5b als nicht-plausibel erkannt, dann kann die Schalter-  
35

stellung des Drehschalters 1 nicht sicher erkannt werden, was zur Folge hat, dass die ermittelte Schalterstellung gegebenenfalls für die weitere Prozessverarbeitung gesperrt und eine Fehlermelder ausgegeben wird.

5

Äquivalent hierzu wird gleichzeitig in Recheneinheit 4b die digitalisierten Schalterstellungssignale 5c und 5d auf Plausibilität überprüft und bei Nichterkennung auf Plausibilität entsprechend oben genanntem verfahren.

10

Anschließend wird in der Recheneinheit 4a und 4b jeweils ein Schalterstellungswinkel  $\alpha$  berechnet. In der Recheneinheit 4a wird der Schalterstellungswinkel  $\alpha$  entsprechend der Beziehung  $\alpha = \arctan [digitalisiertes Schalteristwertsignal 5a]$  geteilt durch digitalisiertes Schalteristwertsignal 5b] berechnet. In der Recheneinheit 4b wird äquivalent hierzu der Schalterstellungswinkel  $\alpha$  entsprechend der Beziehung  $\alpha = [digitalisiertes Schalterstellungswertsignal 5c]$  geteilt durch digitalisiertes Schalterstellungssignal 5d] berechnet.

15

Anschließend werden in jeder Recheneinheit 4a und 4b getrennt aus den jeweiligen Schalterstellungswinkeln  $\alpha$  zu den Rastposition korrespondierende diskrete Schalterstellungswinkel  $\alpha_D$  berechnet. Hierzu wird überprüft, in welchen, entsprechend den Rastpositionen des Drehschalters definierten Winkelbereichen, die Schalterstellungswinkel  $\alpha$  liegen. Zu jeder Rastposition des Drehschalters wird somit ein korrespondierender, diskreter Schalterstellungswinkel  $\alpha_D$  bestimmt. Falls der Drehschalter keine Rastungen aufweist oder die Rasterung ausgeschaltet ist, dann kann die Funktion der diskreten Schalterstellungswinkelbestimmung auch wahlweise abgeschaltet werden.

20

Anschließend werden die Schalterstellungswinkel  $\alpha$  bzw. die diskreten Schalterstellungswinkel  $\alpha_D$  zwischen den beiden Recheneinheiten 4a und 4b über eine Verbindung 10 ausgetauscht und kreuzweise miteinander verglichen. Falls sich nur eine

unzureichende Übereinstimmung der berechneten Schaltungswinkel  $\alpha$  bzw. der diskreten Schaltungswinkel  $\alpha_D$  ergibt, dann werden die ermittelte Schalterstellung als fehlerhaft erkannt und für die weitere Verarbeitung gesperrt bzw. ein Warnsignal  
5 ausgegeben.

Entsprechend den jeweiligen Prozesserfordernissen kann dann der Prozess entweder sofort gestoppt werden oder z.B. die zu-  
letzt als sicher erkannte Schalterstellung an den nachfolgen-  
10 den Prozess weitergeleitet werden.

Die Klemmen 8a und 8b, die Messwerterfassungseinrichtungen 3a und 3b und die Recheneinheiten 4a und 4b bilden eine soge-  
nannte „Sichere Steuerung“ 9, die gemäß FIG 1 gestrichelt ge-  
zeichnet angedeutet ist.  
15

An dieser Stelle sei noch darauf hin gewiesen, dass die bei-  
den Schalterstellungsistwertsignale 2a und 2b prinzipiell be-  
liebige Phasenverschiebungen wie z.B.  $120^\circ$  aufweisen können.  
20 Die Berechnung des Schalterstellungswinkels  $\alpha$  und die Prü-  
fung auf Plausibilität der digitalisierten Schalterstellungs-  
istwertsignale 5a, 5b, 5c und 5d müssen dann entsprechend an-  
gepasst erfolgen.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zur sicheren Schalterstellungserkennung eines Drehschalters (1), dadurch gekennzeichnet, dass zwei analoge, schalterstellungswinkelabbildende Schalterstellungsistwertsignale (2a, 2b) mit jeweils vorgegebenem Amplitudenverlauf von mindestens einergeberinternen Sensorik des Drehschalters (1) erzeugbar sind und jeweils an eine von zwei redundant aufgebauten Messwerterfassungseinrichtungen (3a, 3b) führbar und dort jeweils digitalisierbar sind, dass die von der ersten Messwerterfassungseinrichtung (3a) solchermaßen digitalisierten Schalterstellungsistwertsignale (5a, 5b) an eine erste Recheneinheit (4a) weiterleitbar sind, dass die von der zweiten Messwerterfassungseinrichtung (3b) solchermaßen digitalisierten Schalterstellungsistwertsignale (5c, 5d) an eine zweite, zur ersten Recheneinheit (4a) redundant aufgebaute Recheneinheit (4b) weiterleitbar sind, dass durch jede Recheneinheit (4a, 4b) jeweils ein Datum für die aktuelle Schalterstellung bestimmbar ist und dass bei unzulässiger Abweichung das Datum für eine weitere Verarbeitung sperrbar ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Schalterstellungsistwertsignale (2a, 2b) um  $90^\circ$  gegeneinander phasenverschoben sind.

3. Verfahren zur sicheren Schalterstellungserkennung eines Drehschalters (1), dadurch gekennzeichnet, dass aus zwei analogen, schalterstellungswinkelabbildenden Schalterstellungsistwertsignalen (2a, 2b) mit jeweils vorgegebenem Amplitudenverlauf jeweils mittels zweier redundant aufgebauten Recheneinheiten (4a, 4b) diskrete Schalterstellungen des Drehschalters (1) bestimmt und von jeder Recheneinheit (4a, 4b) separat auf Plausibilität überprüft werden, dass mittels eines Vergleiches der von der ersten und zweiten Recheneinheit bestimmten Schalterstellungen, fehlerhafte Schalterstellungen erkannt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Plausibilitätsüberprüfung, falls die beiden digitalisierten Schalterstellungsistwertsignale (5a,5b) zur ersten Recheneinheit bzw. die beiden digitalisierten Schalterstellungsistwertsignale (5c,5d) zur zweiten Recheneinheit in Form von jeweils um 90° gegeneinander phasenverschobenen sinusförmigen Signalen gegeben sind und jeweils die Amplituden der beiden Signale zur ersten Recheneinheit (4a) und zur zweiten Recheneinheit (4b) konstant sind, in der Art erfolgt, dass auf Plausibilität der Signale erkannt wird, wenn die Summe der jeweiligen Quadrate der digitalisierten Schalterstellungsistwertsignale (5a,5b) zur ersten Recheneinheit (4a) bzw. wenn die Summe der jeweiligen Quadrate der digitalisierten Schalterstellungsistwertsignale (5c,5d) zur zweiten Recheneinheit (4b) in einem definierten Bereich liegt.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass im Falle einer ungenügenden Plausibilität die digitalisierten Schalterstellungsistwertsignale (5a,5b) zur ersten Recheneinheit (4a) bzw. die digitalisierten Schalterstellungsistwertsignale (5c,5d) zur zweiten Recheneinheit (4b) als fehlerhaft erkannt werden bzw. die daraus ermittelte Schalterstellungen als fehlerhaft erkannt werden und je nach Fehlerschwere zugeordnete Maßnahmen ergriffen werden.

6. Verfahren nach Anspruch 3, 4 oder 5, wobei die beiden Schalterstellungsistwertsignale (2a,2b) sinusförmig sind, dadurch gekennzeichnet, dass Schalterstellungen in Form von Schalterstellungswinkeln  $\alpha$  durch die Beziehung

$$\alpha = \arctan [X_1/Y_1],$$

wobei X1 dem ersten digitalisierten Schalterstellungsistwertsignal (5a) zur ersten Recheneinheit (4a) und Y1 dem zweiten

digitalisiertes Schalterstellungsistwertsignal (5b) zur ersten Recheneinheit (4a) entspricht,

in der ersten Recheneinheit (4a) bzw.

5

$$\alpha = \arctan [X_2/Y_2],$$

wobei X2 dem ersten digitalisierten Schalterstellungsistwertsignal (5c) zur zweiten Recheneinheit (4b) und Y2 dem zweiten digitalisierten Schalterstellungsistwertsignal (5d) zur zweiten Recheneinheit (4b) entspricht,

10 in der zweiten Recheneinheit (4b) getrennt berechnet werden,  
wobei jeweils bei jeder Recheneinheit (4a, 4b), das jeweilige  
15 erste digitalisierte Schalterstellungsistwertsignal (5a, 5c)  
dem jeweiligen zweiten digitalisierten Schalterstellungsist-  
wertsignal (5c, 5d) um  $90^\circ$  in der Phase nacheilt und jeweils  
die Amplituden der digitalisierten Schalterstellungsistwert-  
signal (5a, 5b, 5c, 5d) konstant sind.

20

7. Verfahren nach Anspruch 3, 4, 5 oder 6, dadurch  
gekennzeichnet, dass aus den Schalterstel-  
lungswinkeln  $\alpha$  mittels einer Überprüfung in welchen entspre-  
chend den Rastpositionen des Drehschalters definierten Wi-  
25 ckelpausen, die Schalterstellungswinkel  $\alpha$  liegen, zu den  
Rastpositionen korrespondierende diskrete Schalterstellungswinkel  
 $\alpha_D$  bestimmt werden.

30 8. Verfahren nach Anspruch 3 bis 7, dadurch ge-  
kennzeichnet, dass die berechneten Schalter-  
stellungswinkel  $\alpha$  bzw. die diskreten Schalterstellungswinkel  
 $\alpha_D$  zwischen den beiden Recheneinheiten (4a, 4b) ausgetauscht  
und kreuzweise miteinander verglichen werden.

35 9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekenn-  
zeichnet, dass, falls der Vergleich nur eine unzu-  
reichende Übereinstimmung der berechneten Schalterstellungs-

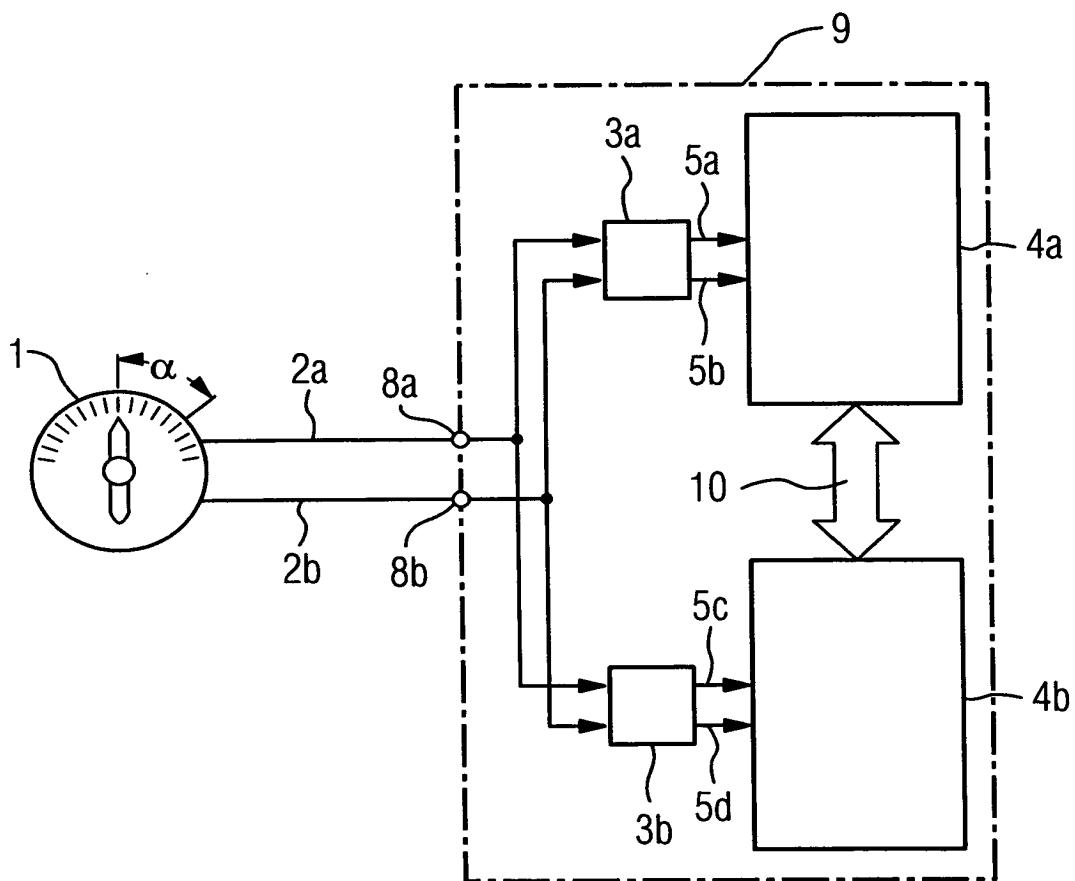
13

winkel  $\alpha$  bzw. diskrete Schalterstellungswinkeln  $\alpha_D$  ergibt, die ermittelten Schalterstellungen als fehlerhaft erkannt werden und je nach Fehlerschwere zugeordnete Maßnahmen ergriffen werden.

5

10. Verwendung der Vorrichtung und des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche in einer industriellen Steuerung.

10





Creation date: 08-11-2003

Indexing Officer: AMOHAMMED - AMIR N. MOHAMED

Team: OIPEScanning

Dossier: 10633886

---

Legal Date: 08-04-2003

No.	Doccode	Number of pages
1	TRNA	1
2	SPEC	17
3	CLM	6
4	ABST	1
5	DRW	8
6	OATH	3

Total number of pages: 36

Remarks:

Order of re-scan issued on .....